

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-198009

(43)Date of publication of application : 27.07.1999

(51)Int.Cl.

B24B 7/17
B24B 49/03

(21)Application number : 10-004384

(71)Applicant : KOYO MACH IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.01.1998

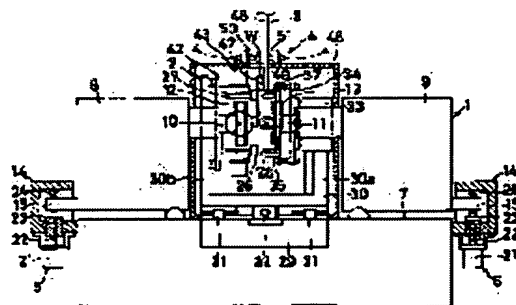
(72)Inventor : UEDA KOICHI
TSUSHIMA YASUTO

(54) DOUBLE SIDE GRINDING DEVICE AND CROSS SECTION MEASURING DEVICE FOR THIN PLATE DISK WORKPIECE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve parallelism of a workpiece.

SOLUTION: A double side grinding device, which simultaneously grinds both sides of a thin plate disk workpiece W rotated at a specific grinding position by the circular grinding surface of the ends a pair of grinding wheels 12, 13 oppositely arranged, is provided with a cross section measuring device 4 for measuring the cross section of the workpiece W in the thickness direction after grinding and also with a grinding wheel tilt adjusting devices 5, 6 for adjusting the tilt of at least one of the grinding wheels 12, 13 on the basis of the result of the measurement.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.10.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 06.04.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

Best Available Copy

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-198009

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月27日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 4 B 7/17
49/03

識別記号

F I

B 2 4 B 7/17
49/03

A
Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-4384

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月13日

(71) 出願人 000167222

光洋機械工業株式会社

大阪府八尾市南植松町 2丁目34番地

(72) 発明者 上田 浩一

大阪府八尾市南植松町 2丁目34番地 光洋
機械工業株式会社内

(72) 発明者 津島 康人

大阪府八尾市南植松町 2丁目34番地 光洋
機械工業株式会社内

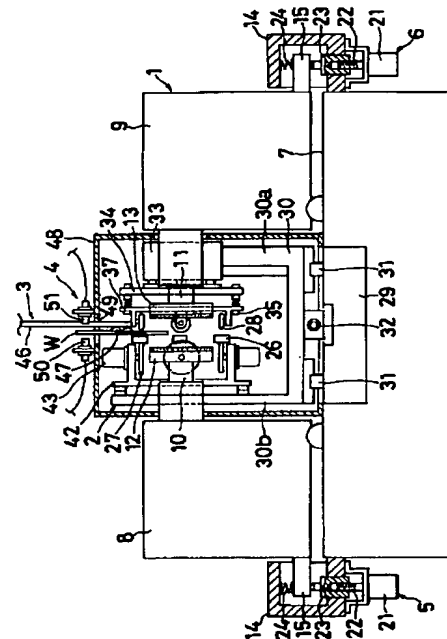
(74) 代理人 弁理士 岸本 瑛之助 (外 3 名)

(54) 【発明の名称】 薄板円板状ワークの両面研削装置および断面形状測定装置

(57) 【要約】

【課題】 ワークの平行度を向上させることができる薄板円板状ワークの両面研削装置を提供する。

【解決手段】 両面研削装置は、所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークWの両面の加工面を対向状に配置された1対の研削砥石12、13の端面の円形研削面により同時に研削加工するものであり、研削加工後のワークWの厚さ方向の断面形状を測定する断面形状測定装置4と、その測定結果に基づいて研削砥石12、13の少なくとも一方の傾きを調整するための砥石傾き調整装置5、6とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークの両面の加工面を対向状に配置された 1 対の研削砥石の端面の円形研削面により同時に研削加工する装置において、

研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定する断面形状測定手段と、その測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを調整するための砥石傾き調整手段とを備えていることを特徴とする薄板円板状ワークの両面研削装置。

【請求項 2】端面の円形研削面同志が対向するとともに軸方向に相対的に移動するように配置されて回転させられる 1 対の研削砥石と、薄板円板状ワークの両面の加工面が前記 1 対の研削砥石の研削面にそれぞれ対向するとともに前記ワークの外周が前記研削面の外周と交差しかつ前記ワークの中心が前記研削面内に位置するように前記ワークを前記研削面の間の研削加工位置に支持して自転させるワーク自転手段とを備えている装置において、

研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定する断面形状測定手段と、その測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを調整するための砥石傾き調整手段とを備えていることを特徴とする薄板円板状ワークの両面研削装置。

【請求項 3】前記砥石傾き調整手段が、前記断面形状測定手段の測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを自動的に調整するための数値制御手段を備えていることを特徴とする請求項 1 または 2 の薄板円板状ワークの両面研削装置。

【請求項 4】前記断面形状測定手段が、前記ワークの直径上の所要部分の断面形状を測定する直径断面形状測定手段を備えており、前記直径断面形状測定手段が、対向状に配置されて前記ワークの各加工面までの距離をそれぞれ測定する少なくとも 1 対の距離センサを備え、前記ワークと前記距離センサとが、前記距離センサが前記ワークの直径上を相対移動するように、相対的に移動させられることを特徴とする請求項 1、2 または 3 の薄板円板状ワークの両面研削装置。

【請求項 5】研削加工後の前記ワークを前記研削加工位置からその加工面と平行な方向に直線移動させて搬出するワーク移送手段が設けられ、このワーク移送手段における前記ワークの移動径路上に、前記少なくとも 1 対の距離センサが固定状に設けられていることを特徴とする請求項 4 の薄板円板状ワークの両面研削装置。

【請求項 6】所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークの両面の加工面を対向状に配置された 1 対の研削砥石の端面の円形研削面により同時に研削加工する装置において、研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定するための装置であって、前記ワークの直径上の所要部分の断面形状を測定する直

径断面形状測定手段を備えており、前記直径断面形状測定手段が、対向状に配置されて前記ワークの各加工面までの距離をそれぞれ測定する少なくとも 1 対の距離センサを備え、前記ワークと前記距離センサとが、前記距離センサが前記ワークの直径上を相対移動するように、相対的に移動させられることを特徴とする薄板円板状ワークの両面研削装置における断面形状測定装置。

【請求項 7】研削加工後の前記ワークを前記研削加工位置からその加工面と平行な方向に直線移動させて搬出するワーク移送手段が設けられ、このワーク移送手段における前記ワークの移動径路上に、前記少なくとも 1 対の距離センサが固定状に設けられていることを特徴とする請求項 6 の薄板円板状ワークの両面研削装置における断面形状測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、薄板円板状ワークの両面研削装置および断面形状測定装置に関し、さらに詳しくは、たとえば半導体ウェーハなどのような薄板円板状ワークの両面を同時に研削する装置、および、このような装置において研削加工後のワークの厚さ方向の断面形状を測定するための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ワークの両面を同時に研削する装置として、端面の研削面同志が対向するように配置されて回転する 1 対の研削砥石の間に、回転する円板状のキャリアのポケット（穴）に入れたワークを通すものが従来から知られていた。この場合、研削砥石の研削面の外径（直径）は、ワークの外径より大きくなくてはならない。また、キャリアには、通常、外周寄りの円周上に複数のポケットが等間隔をおいて形成されており、キャリアの一部もウェーハとともに 1 対の研削砥石の間に入るが、この部分のキャリアの厚さは、もちろん、研削時の 1 対の砥石の間隔すなわちワークの仕上がり厚さより小さくなくてはならない。

【0003】ところで、現在用いられている半導体ウェーハには外径が約 200 mm（8 インチ）のものと約 300 mm（12 インチ）のものがあるが、いずれも厚さ（研削仕上がり寸法）は 0.8 mm 程度であり、外径に比べて厚さがきわめて薄いものである。このようなウェーハを上記のような装置で研削する場合、ウェーハの外径が比較的大きいため、砥石の外径が大きくなり、ウェーハを収容して回転するキャリアも大きくなる。このため、装置が大型になる。また、ウェーハの厚さが薄いため、ウェーハとともに研削砥石の間に入るキャリアの部分非常に薄くする必要がある。研削砥石の間に入るキャリアのところにポケットの部分には、これに収容されているワークを介して研削力が作用するが、この部分を薄くすると強度が低下し、ワークを円滑に移動させることが困難になる。このため、従来は、ウェーハの両面研削

は困難であった。

【0004】ウェーハ以外の薄板円板状のワークの場合にも、同様の問題があった。

【0005】上記のような問題を解決するため、本出願人は、所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークの両面の加工面を対向状に配置された1対の研削砥石の端面の円形研削面により同時に研削加工する装置を提案した(特願平8-238002号参照)。

【0006】このような装置における研削砥石として、通常、カップ型砥石が用いられ、1対の研削砥石は、基本的には、対向する2つの研削面が平行になるようにセットされる。ところが、研削による砥石の目詰まりや砥石の摩耗などによる研削抵抗の増加、砥石軸あるいは装置全体の熱変位などにより、2つの研削面が完全な平行ではなくなり、それにより、加工後のワークの平行度が劣化することがある。

【0007】ワークに要求される平行度は加工の段階によって異なるが、概ね、1次研削加工では平行度 $5\mu\text{m}$ 以下、仕上研削加工では平行度 $1\mu\text{m}$ 以下が要求される。

【0008】そして、砥石軸のセッティング直後は、加工されたワークの平行度は要求される規格内にあるが、時間の経過とともに、上記のような理由で劣化する。従来は、ワークの平行度を規格内に保つため、一定間隔で抜き取り検査を実施して、平行度検査装置で加工後のワークの平行度を測定し、その結果に基づいて砥石軸の傾きを調整している。

【0009】ところが、このようにした場合、たとえば平行度の測定に1時間必要であったとすると、その間に加工された数十枚のワークが不良品となることがある。また、抜き取り検査のために人手を要し、作業能率が悪いという問題もある。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】この発明の目的は、ワークの平行度を向上させることができる薄板円板状ワークの両面研削装置を提供することにある。

【0011】この発明の目的は、また、加工後のワークの平行度を簡単に測定して、ワークの平行度を向上させることができる薄板円板状ワークの両面研削装置を提供することにある。

【0012】この発明の目的は、また、加工後のワークの平行度を簡単に測定することができる薄板円板状ワークの両面研削装置における断面形状測定装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】この発明による薄板円板状ワークの両面研削装置は、所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークの両面の加工面を対向状に配置された1対の研削砥石

の端面の円形研削面により同時に研削加工する装置において、研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定する断面形状測定手段と、その測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを調整するための砥石傾き調整手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0014】断面形状測定手段による研削加工後のワークの厚さ方向の断面形状の測定結果に基づいて、砥石傾き調整手段により少なくとも一方の研削砥石の傾きを調整することにより、1対の研削砥石の研削面の相対的な傾きを好ましい範囲に保つことができ、その結果、ワークの平行度を向上させることができる。

【0015】この発明による装置は、また、端面の円形研削面同志が対向するとともに軸方向に相対的に移動しうるように配置されて回転させられる1対の研削砥石と、薄板円板状ワークの両面の加工面が前記1対の研削砥石の研削面にそれぞれ対向するとともに前記ワークの外周が前記研削面の外周と交差しかつ前記ワークの中心が前記研削面内に位置するように前記ワークを前記研削面の間の研削加工位置に支持して自転させるワーク自転手段とを備えている装置において、研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定する断面形状測定手段と、その測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを調整するための砥石傾き調整手段とを備えていることを特徴とするものである。

【0016】この場合、ワークは、ワーク自転手段により研削加工位置に支持されて自転させられ、1対の研削砥石が、それぞれの研削面をワークの各加工面に接触させた状態で、ワークよりも高速で回転させられる。砥石が回転することにより、それらの研削面に接触しているワークの加工面が研削され、ワークの外周が研削面の外周と交差しかつワークの中心が研削面内に位置した状態でワークが自転することにより、ワークが1回転する間に、ワークの加工面の全面が研削面の間を通過して、研削面に接触する。このため、ワークの半径より研削面の外径が少し大きい砥石を用いて、ワークをその場で自転させるだけで、その両面の加工面の全面を同時に研削することができる。ワークをその場で自転させるだけでなく、従来のようにキャリアなどを用いて移動させる必要がないため、薄板円板状のワークであっても容易にかつ確実に研削ができ、しかも装置の小型化が可能である。また、ワークの半径より研削面の外径が少し大きい研削砥石を用いてワークの加工面全体を研削することができ、ワークの外径より研削面の外径が大きい大型の砥石を用いる必要がないため、この点からも、装置の小型化が可能である。

【0017】したがって、この発明の装置によれば、薄板円板状ワークの両面を同時にかつ容易に研削でき、しかも装置の小型化が可能である。

【0018】そして、断面形状測定手段による研削加工

後のワークの厚さ方向の断面形状の測定結果に基づいて、砥石傾き調整手段により少なくとも一方の研削砥石の傾きを調整することにより、1対の研削砥石の研削面の相対的な傾きを好ましい範囲に保つことができ、その結果、ワークの平行度を向上させることができる。

【0019】砥石傾き調整手段は、研削砥石の傾きを手動操作によって調整するものであってもよいし、自動的に調整するものであってもよい。

【0020】好ましくは、前記砥石傾き調整手段が、前記断面形状測定手段の測定結果に基づいて前記研削砥石の少なくとも一方の傾きを自動的に調整するための数値制御手段を備えている。

【0021】このようにすれば、研削砥石の傾きの調整に人手を要せず、作業の効率化が可能である。

【0022】また、好ましくは、前記断面形状測定手段が、前記ワークの直径上の所要部分の断面形状を測定する直径断面形状測定手段を備えており、前記直径断面形状測定手段が、対向状に配置されて前記ワークの各加工面までの距離をそれぞれ測定する少なくとも1対の距離センサを備え、前記ワークと前記距離センサとが、前記距離センサが前記ワークの直径上を相対移動するように、相対的に移動させられる。

【0023】この明細書において、直径あるいは半径という用語は、幾何学的な厳密な意味でなく、直径あるいは半径の近傍を通る直線も含む広い意味に用いられる。

【0024】薄板円板状ワークの両面の加工面を1対の研削砥石の端面の平面状の研削面の間に挟んで研削加工する場合、加工後のワークは、その軸線に対して軸対称の形状となるため、その全面にわたって断面形状（平行度）を測定する必要はなく、直径上の少なくとも半径上の断面形状を測定すれば、全体の断面形状が判断できる。そして、上記のようにすれば、1対の距離センサの出力から、ワークの直径上の所要部分の断面形状を簡単に求めることができ、したがって、同断面形状を簡単に測定することができる。

【0025】その場合、好ましくは、研削加工後の前記ワークを前記研削加工位置からその加工面と平行な方向に直線移動させて搬出するワーク移送手段が設けられ、このワーク移送手段における前記ワークの移動径路上に、前記少なくとも1対の距離センサが固定状に設けられている。

【0026】このようにすれば、研削加工後のワークがワーク移送手段により搬出されているときに、1対の距離センサの出力から、ワークの直径上の所要部分の断面形状を簡単に求めることができ、したがって、断面形状測定のためのワークの移動手段を別に設ける必要がなく、同断面形状を簡単に測定することができる。

【0027】この発明による薄板円板状ワークの両面研削装置における断面形状測定装置は、所定の研削加工位置において自転させられている薄板円板状ワークの両面

の加工面を対向状に配置された1対の研削砥石の端面の円形研削面により同時に研削加工する装置において、研削加工後の前記ワークの厚さ方向の断面形状を測定するための装置であって、前記ワークの直径上の所要部分の断面形状を測定する直径断面形状測定手段を備えており、前記直径断面形状測定手段が、対向状に配置されて前記ワークの各加工面までの距離をそれぞれ測定する少なくとも1対の距離センサを備え、前記ワークと前記距離センサとが、前記距離センサが前記ワークの直径上を相対移動するように、相対的に移動させられることを特徴とするものである。

【0028】1対の距離センサの出力から、ワークの直径上の所要部分の断面形状を簡単に求めることができ、したがって、同断面形状を簡単に測定することができる。薄板円板状ワークの両面の加工面を1対の研削砥石の端面の平面状の研削面の間に挟んで研削加工する場合、加工後のワークは、その軸線に対して軸対称の形状となるため、その全面にわたって断面形状（平行度）を測定する必要はなく、直径上の少なくとも半径上の断面形状を測定すれば、全体の断面形状が判断できる。そして、ワークの直径上の断面形状を測定するだけでよいので、断面形状の測定が簡単である。

【0029】好ましくは、研削加工後の前記ワークを前記研削加工位置からその加工面と平行な方向に直線移動させて搬出するワーク移送手段が設けられ、このワーク移送手段における前記ワークの移動径路上に、前記少なくとも1対の距離センサが固定状に設けられている。

【0030】このようにすれば、研削加工後のワークがワーク移送手段により搬出されているときに、1対の距離センサの出力から、ワークの直径上の所要部分の断面形状を簡単に求めることができ、したがって、断面形状測定のためのワークの移動手段を別に設ける必要がなく、同断面形状を簡単に測定することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明を半導体ウェーハの両面研削に適用した実施形態について説明する。

【0032】図1～図5は第1実施形態を示し、図1および図2は両面研削装置の全体構成を示している。両面研削装置は、横軸両頭平面研削盤(1)にワーク自転手段としてのワーク自転装置(2)、ワーク移送手段としてのワーク移送装置(3)、断面形状測定手段としての断面形状測定装置(4)および砥石傾き調整手段を構成する砥石傾き調整装置(5)(6)が付加されたものである。第1実施形態の説明において、図1の紙面表側を前、同裏側を後とし、前から後を見たときの左右すなわち図1の左右を左右とする。

【0033】研削盤(1)は、水平なベッド(7)、ベッド(7)の上面に取付けられた左右の砥石ヘッド(8)(9)を備えている。詳細な図示は省略したが、左側砥石ヘッド

(8)の右側部分および左側砥石ヘッド(9)の左側部分は、互いに独立して鉛直軸および左右方向水平軸を中心に回転するようにベッド(7)に取付けられ、後に詳しく説明するように、左側砥石ヘッド(8)の左側部分および右側砥石ヘッド(9)の右側部分が、それぞれ、対応する砥石傾き調整装置(5)(6)を介してベッド(7)に固定されている。各砥石ヘッド(8)(9)内に、砥石軸(10)(11)が回転支持されている。左右の砥石軸(10)(11)の軸心は左右方向にのびる1つの共通な水平線とほぼ一致しており、各砥石軸(10)(11)はそれぞれの砥石ヘッド(8)(9)に対して軸方向に移動させられる。左側砥石ヘッド(8)より右側に突出した砥石軸(10)の先端部にカップ型の左側研削砥石(12)が固定され、右側砥石ヘッド(9)より左側に突出した砥石軸(11)の先端部にこれと同形状、同寸法の右側研削砥石(13)が固定される。左側砥石(12)の環状の鉛直右端面および右側砥石(13)の環状の鉛直左端面は、それぞれ、円形研削面(12a)(13a)となっており、これらの研削面(12a)(13a)が互いにほぼ平行な状態で対向している。左右の砥石軸(10)(11)が軸方向に移動することにより、左右の砥石(12)(13)が軸方向に相対移動する。左右の砥石軸(10)(11)は、図示しない駆動手段により、互いに同方向に同速度で回転させられ、その結果、左右の砥石(12)(13)が互いに同方向に同速度で回転させられる。なお、左右の砥石(12)(13)の回転方向および回転速度は、互いに異なることもある。研削盤(1)の他の部分は、公知の横軸両頭平面研削盤と同様に構成することができる。

【0034】砥石傾き調整装置(5)(6)の詳細が、図1および図2に示されている。左右の調整装置(5)(6)は互いに左右対称に構成されているので、以下、左側の調整装置(5)について説明する。なお、左右の調整装置(5)(6)について、対応する部分には同一の符号を付している。

【0035】ベッド(7)の左端面に、支持部材(14)が固定されている。支持部材(14)は右側面だけが開放した直方体箱型をなし、他の部分より右側に突出した底壁の右端面がベッド(7)の左端面上部に固定されて、支持部材(14)の上側の大部分が左側砥石ヘッド(8)の下部左側面に対向している。角柱状のアーム(15)が、砥石ヘッド(8)の左側面下端部に左方突出状に固定されて、支持部材(14)の内側に入り込んでいる。支持部材(14)の後側壁とアーム(15)との間に、アーム(15)を前側に付勢する圧縮コイルばね(16)が設けられている。支持部材(14)の前側壁を前後方向に貫通する穴に、移動ナット(17)が前後方向の移動はできるが回転はできないように取付けられている。支持部材(14)の前側壁の前面に、電動モータ(18)がブラケット(19)を介して後向きに固定されている。モータ(18)の出力軸に固定されたねじ軸(20)が移動ナット(17)のめねじにねじはめられており、アーム(15)がばね(16)の弾性力により移動ナット(17)の後端部に圧接させられている。モータ(18)でねじ軸(20)を回転させるこ

とにより、移動ナット(17)が前後方向に移動して、アーム(15)を前後方向に移動させ、その結果、砥石ヘッド(8)が鉛直軸を中心に前後方向に回転して、その前後方向の傾きが調整される。これと同じ機構が支持部材(14)の上壁および下壁とアーム(15)との間に設けられており、電動モータ(21)でねじ軸(22)を回転させて移動ナット(23)を上下方向に移動させることにより、圧縮コイルばね(24)と移動ナット(23)とで挟持されたアーム(15)が上下方向に移動し、その結果、砥石ヘッド(8)が左右方向水平軸を中心に上下方向に回転して、その上下方向の傾きが調整される。そして、このように砥石ヘッド(8)の前後方向の傾きと上下方向の傾きを調整することにより、砥石(12)の傾きを自由に調整することができる。

【0036】ワーク自転装置(2)の詳細が図3および図4に示されている。

【0037】ワーク自転装置(2)は、薄板円板状ワーク(ウェーハ)(W)を左右の研削面(12a)(13a)の間の研削加工位置に鉛直に支持して自転させるものであり、外周ガイドローラ(26)、駆動ローラ(27)および押えローラ(28)を3個ずつ備えている。

【0038】砥石(12)(13)、自転装置(2)のローラ(26)(27)(28)および自転装置(2)により研削加工位置に支持されたワーク(W)の左から見た位置関係が、図5に示されている。この実施形態の場合、砥石(12)(13)の外径はワーク(W)の外径の約3/4であり、研削加工位置に支持されたワーク(W)の中心(C)は砥石(12)(13)の中心より後方に位置している。そして、ワーク(W)が研削加工位置に支持された状態では、ワーク(W)の中心(C)を含む前側部分が砥石(12)(13)の間に入って、残りの後側部分が砥石(12)(13)の間から外に出ており、ワーク(W)の両面の加工面(a)(b)が左右の研削面(12a)(13a)にそれぞれ対向するとともに、ワーク(W)の外周が研削面(12a)(13a)の外周と交差し、かつワーク(W)の中心(C)が研削面(12a)(13a)内(研削面(12a)(13a)の外周と内周の間)に位置している。ガイドローラ(26)は、砥石(12)(13)の間から外に出ているワーク(W)の部分の外周に接触してワーク(W)の径方向の位置を規制するものであり、ワーク(W)を円周方向にほぼ3等分する位置、すなわち、ワーク(W)の上下方向中央の後側の1箇所と、ワーク(W)の前部の上下2箇所とに設けられている。駆動ローラ(27)と押えローラ(28)とは対をなし、砥石(12)(13)の間から外に出ているワーク(W)の部分の3箇所を駆動ローラ(27)と押えローラ(28)とで左右から挟むようになっている。駆動ローラ(27)は、ワーク(W)の左側加工面(a)に圧接して回転することによりワーク(W)を回転させる。押えローラ(28)は、ワーク(W)の右側加工面(b)に圧接して遊転する。駆動ローラ(27)および押えローラ(28)は、ワーク(W)を円周方向に4等分する位置のうちの3箇所、すなわち、ワーク(W)の上下中央の後部の1箇所と、ワーク(W)の前後方向中央の上下2箇所とに設けられている。

【0039】左右の砥石ヘッド(8)(9)の間のベッド(7)の上面に、水平円板状の基板(29)が鉛直な軸心を中心に旋回しうるように取付けられている。前から見て略U字状をなす摺動部材(30)が、基板(29)の上面に設けられた前後方向に水平にのびるガイドレール(31)に、これに沿って摺動しうるように取付けられている。摺動部材(30)は、前後方向に水平にのびるボールねじ(32)に連結され、図示しない電動モータなどでボールねじ(32)を回転させることにより、摺動部材(30)が前後方向に移動させられる。

【0040】摺動部材(30)の右側上方突出部(30a)の上部に、ガイド付薄形シリンダ(33)により一定範囲内を左右方向に移動させられる鉛直板状の移動部材(34)が設けられ、移動部材(34)に右端部が固定されて左側に水平にのびる複数のガイド棒(35)に、右側支持部材(37)が左右方向に移動しうるように取付けられている。支持部材(37)は、ガイド棒(35)に装着された圧縮コイルばね(39)によって左側に付勢され、通常は、ガイド棒(35)の左端の鍔状のストッパ(35a)に圧接する左端位置に停止している。支持部材(37)の左側に突出した3つの部分に、自転装置(2)に支持されたワーク(W)の半径方向にのびる軸を中心自由に回転しうるように押えローラ(28)が取付けられている。

【0041】摺動部材(30)の左側上方突出部(30b)の右側の面に、複数の角度調整用スペーサ(41)を介して左側支持部材(42)が固定されている。支持部材(42)の右側に突出した3つの部分に電動モータ(43)が固定され、ワーク(W)の半径方向内向きにのびるモータ(43)の駆動軸に駆動ローラ(27)が固定されている。3個の駆動ローラ(27)は、それぞれのモータ(43)により同じ方向(この実施形態ではモータ(43)側から見て時計方向)に回転させられ、これにより、自転装置(2)に支持されたワーク(W)が一定方向(この実施形態では左側から見て反時計方向)に回転させられる。支持部材(42)の右側に突出した上記3つの部分の右端部に、ガイドローラ(26)がそれぞれ左右方向の水平軸を中心自由に回転しうるように取付けられている。

【0042】図1および図2に、移送装置(3)の一部が示されている。

【0043】移送装置(3)は、自転装置(2)に対するワーク(W)の搬入、搬出を行うものであり、自転装置(2)の後部の上において上下方向および左右方向に移動する鉛直状のロボットアーム(46)を備えている。ロボットアーム(46)の下部に、ワーク(W)の右側加工面(b)を吸着して保持するための上下2個の真空吸着盤(47)が取付けられている。移送装置(3)は、ワーク(W)を保持したロボットアーム(46)を下端位置まで下降させた後に左側に少し移動させることにより、ワーク(W)を自転装置(2)の研削加工位置に搬入し、自転装置(2)の研削加工位置にあるワーク(W)を保持したロボットアーム(46)を少し右側に移

動させた後に上端位置まで上昇させることにより、ワーク(W)を搬出する。

【0044】左右の砥石ヘッド(8)(9)の間のベッド(7)上に、砥石(12)(13)および自転装置(2)の部分の覆うように箱型のカバー(48)が固定されている。カバー(48)の上壁には、ロボットアーム(46)およびこれに保持されたワーク(W)との干渉を避けるために、前後方向に長い開口(49)が形成されている。そして、この開口(49)の近傍のカバー(48)の上面に、断面形状測定装置(4)が設けられている。測定装置(4)は、研削加工後のワーク(W)の直径上の厚さ方向の断面形状を測定することにより、ワーク(W)の厚さ方向の断面形状を測定するものであり、開口(49)の左右両側に対向状に配置された1対の距離センサ(50)(51)を備えている。各距離センサ(50)(51)は、対向するワーク(W)の各加工面(a)(b)までの距離をそれぞれ測定するものである。距離センサ(50)(51)は、前後方向には、移送装置(3)のロボットアーム(46)に保持されて上方に移動させられているワーク(W)の中心線のほぼ真上に位置し、左右方向には、このワーク(W)の左右両側に位置している。そして、ロボットアーム(46)に保持されて搬出されるワーク(W)の鉛直な直径上の点が、左右のセンサ(50)(51)にほぼ対向するようになっている。これにより、距離センサ(50)(51)が、搬出されるワーク(W)の直径上を相対移動する。距離センサ(50)(51)は、ワーク(W)の直径上の所要部分の断面形状を測定する直径断面形状測定手段を構成している。

【0045】図6に示すように、距離センサ(50)(51)の出力は、数値制御装置(52)に入力する。数値制御装置(52)は、距離センサ(50)(51)の出力に基づいて、砥石ヘッド(8)(9)の傾きを制御するために、傾き調整装置(5)(6)の電動機(18)(19)を制御する。傾き調整装置(5)(6)および数値制御装置(52)は、測定装置(4)の出力に基づいて研削砥石(12)(13)の傾きを調整する砥石傾き調整手段を構成している。

【0046】ワーク(W)の研削作業は、たとえば、次のようにして行われる。

【0047】研削作業中、左右の砥石(12)(13)は、図5に矢印で示すように、互いに同方向に同速度で常時回転しており、作業開始時には、図1に示すように、左右の砥石(12)(13)が左右に離れた待機位置に移動するとともに、移動部材(34)が右側の待機位置に移動している。このため、右側支持部材(37)は移動部材(34)に対して左端位置にあり、押えローラ(28)は駆動ローラ(27)から右方にかなり離れている。このとき、駆動ローラ(27)は、回転を停止している。そして、このような状態で、移送装置(3)のロボットアーム(46)が下端位置まで加工することにより、これに保持されたワーク(W)がカバー(48)の開口(49)の部分を通して自転装置(2)に搬入され、ロボットアーム(46)が少し左側に移動することにより、ワーク(W)がガイドローラ(26)の間にはめられて、左側加工

面(a)が駆動ローラ(27)の右縁部に接触させられる。そして、ロボットアーム(46)でワーク(W)をこのような位置に支持した状態で、移動部材(34)が左側の作動位置まで移動させられる。移動部材(34)が左に移動すると、押えローラ(28)も左に移動し、ワーク(W)の右側加工面(b)に接触する。押えローラ(28)がワーク(W)に接触した後は、移動部材(34)だけがばね(39)の弾性力に抗して作動位置まで移動し、これにより、ばね(39)が圧縮され、ばね(39)の弾性力により、押えローラ(28)が加工面(b)に、駆動ローラ(27)が加工面(a)に圧接させられる。これにより、ワーク(W)が研削加工位置に支持され、ワーク(W)の前側部分が左右の砥石(12)(13)の間に入り、ワーク(W)の中心が研削面(12a)(13a)の後部の外周と内周の間に位置する。ワーク(W)が研削加工位置に支持されると、ロボットアーム(46)がワーク(W)を離して、少し右側に移動した後、開口(49)を通過してカバー(48)より上方の上端位置まで上昇する。

【0048】ワーク(W)の搬入が完了すると、駆動ローラ(27)が回転を開始する。駆動ローラ(27)が回転することにより、ワーク(W)が、ローラ(26)(27)(28)により径方向および軸方向の位置を規制された状態で、駆動ローラ(27)の回転方向により決まる方向に砥石(12)(13)よりも低速で回転させられる。同時に、砥石(12)(13)が互いに接近する方向に移動させられ、研削面(12a)(13a)が対応する加工面(a)(b)に接触する。砥石(12)(13)はワーク(W)の仕上がり寸法より決まる所定の位置まで移動し、その位置に所定時間停止する。その間に、研削砥石(12)(13)が回転することにより、それらの研削面(12a)(13a)に接触しているワーク(W)の加工面(a)(b)が研削され、ワーク(W)の外周が研削面(12a)(13a)の外周と交差しつつワーク(W)の中心(C)が研削面(12a)(13a)内に位置した状態でワーク(W)が自転することにより、ワーク(W)が1回転する間に、ワーク(W)の加工面(a)(b)の全面が研削面(12a)(13a)の間を通過して、研削面(12a)(13a)に接触し、その結果、ワーク(W)が何回転かする間に、両面の加工面(a)(b)の全面が同時に研削される。研削中、必要があれば、ボールねじ(32)を往復駆動し、これにより、ワーク(W)を、前後方向、すなわち、研削面(12a)(13a)に平行であってワーク(W)の中心(C)と砥石(12)(13)の軸心を結ぶ方向に往復移動させる。この往復移動は、常にワーク(W)の中心が研削面(12a)(13a)内に位置する範囲内で行われる。たとえば、往復移動のストロークは、約5mmである。このようにワーク(W)を往復移動させることにより、とくにワーク(W)の中心部の平面度、面粗度を向上させることができる。

【0049】このようにしてワーク(W)の研削が終了すると、砥石(12)(13)がワーク(W)から離れ、さらに左右の待機位置まで移動する。砥石(12)(13)がワーク(W)から離れると、駆動ローラ(27)が回転を停止し、これにより、ワーク(W)の自転が停止する。ワーク(W)が停止し

て、砥石(12)(13)が待機位置まで移動すると、ロボットアーム(46)が開口(49)を通過して下端位置まで下降した後、少し左側に移動し、ワーク(W)を保持する。そして、移動部材(34)が右側の待機位置まで移動させられる。これにより、右側支持部材(37)が移動部材(34)に対して左端位置まで戻り、さらに押えローラ(28)がワーク(W)から右側に離れる。押えローラ(28)が右側に移動したならば、ロボットアーム(46)がワーク(W)を保持して少し右側に移動した後、開口(49)を通過して上端位置まで上昇し、研削済みのワーク(W)を搬出する。そして、ロボットアーム(46)により次のワークが自転装置(2)に搬入され、上記同様に研削が行われる。

【0050】研削作業開始時には、左右の研削面(12a)(13a)が鉛直でかつ互いに平行になるように、左右の砥石(12)(13)の傾きが調整されている。

【0051】このような状態で最初のワーク(W)の加工が行われ、少なくとも最初のワーク(W)についてワーク(W)の断面形状の測定と必要に応じた砥石(12)(13)の傾きの調整が行われ、以後、所定数の加工を行うたびに、同様に、ワーク(W)の断面形状の測定と必要に応じた砥石(12)(13)の傾きの調整が行われる。

【0052】次に、図7～図9を参照して、上記のワーク(W)の断面形状の測定および砥石(12)(13)の傾きの調整の詳細について説明する。砥石(12)(13)の傾きの調整は、数値制御装置(52)でワーク(W)の断面形状の測定結果に基づいて調整装置(5)(6)を作動させることによって行われる。また、少なくともいずれか一方の砥石(12)(13)の傾きを調整することにより、左右の砥石(12)(13)の傾きを調整することができるが、ここでは、左側砥石(12)の角度を固定して、右側砥石(13)の傾きのみを調整する場合について説明する。

【0053】図7は、砥石軸(10)(11)と直交する鉛直な断面における砥石(12)(13)とワーク(W)の左側から見た位置関係を示している。図8は砥石(12)(13)の傾きが生じている面(傾きの中心軸と直交する面)に直交する方向から見た左右の砥石(12)(13)の位置関係を示している。図9は、ワーク(W)の断面形状の測定結果、すなわち、直径方向のワーク(W)の厚さの相対変化を示している。図7において、砥石(12)(13)の研削面(12a)(13a)をワーク(W)の中心(C)を通る円で表わしている。なお、この円の直径dを砥石(12)(13)の研削部直径という。また、(O)は砥石(12)(13)の中心、(L)は砥石(12)(13)の中心(O)とワーク(W)の中心(C)を通る直線を表わしている。砥石(12)(13)の傾きは、図7の砥石(12)(13)の中心(O)を通過して図7の紙面に直交する面内に生じるが、この砥石(12)(13)の傾きが生じる面の方向を図7の直線で表わすことにする。砥石(12)(13)の傾きについては、ワーク中心(C)側が広がる方向に傾く場合と、ワーク中心(C)側が狭まる方向に傾く場合とがあり、さらに、これらのそれぞれの場合について、直線Lの方向に傾きが生

じてワーク中心(C)に対応する点において砥石(12)(13)が最も広がるかあるいは最も狭まる場合と、直線L以外の直線(たとえば直線OAあるいは直線OA')の方向に傾きが生じてワーク中心(C)に対応する点以外の点

(たとえば点Aあるいは点A')において砥石(12)(13)が最も広がるかあるいは最も狭まる場合とがある。角度 θ は、砥石(12)(13)の傾きが生じている方向(たとえば直線OAあるいは直線OA'の方向)と直線Lとのなす角度を表わしている。図8において、 γ は左右の砥石(12)(13)の傾き角すなわち左右の砥石軸(10)(11)の軸心の傾き角を表わしている。なお、傾き角 γ は、ワーク(W)の中心(C)側が狭まる方向を正方向とする。

【0054】最初のワーク(W)の加工が終了して、このワーク(W)が移送装置(3)のロボットアーム(46)により測定装置(4)の部分を上昇させられている間に、測定装置(4)により、次のように、ワーク(W)の直径上の断面形状が測定される。ワーク(W)が上昇してきて左右の距離センサ(50)(51)がワーク(W)の左右の加工面(a)(b)に対向すると、各センサ(50)(51)から対向する加工面(a)(b)までの距離に対応する距離信号が出力され、ワーク(W)がさらに上昇してセンサ(50)(51)が加工面(a)(b)から外れるまでの間、一定時間ごとにセンサ(50)(51)から距離信号が出力される。そして、数値制御装置(52)により、これらの距離信号に基づいて、理想的な加工面である仮想加工面に対するワーク(W)の上記の直径上の断面形状が求められる。左右のセンサ(50)(51)の距離は一定であるから、上記の各時点において、ある一定の値から各センサ(50)(51)からの距離信号を減算することにより、上記の直径上におけるワーク(W)の相対的な厚さすなわち上記の直径方向の厚さの変化量が求められ、これが断面形状となる。このようにして求められた断面形状の例が図9の〔a〕～〔c〕に示されている。これらの図において、(S)は仮想加工面、(t)は断面形状を表わしており、(P1)および(P2)はワーク(W)の上縁の点(P1)および下縁の点(P2)にそれぞれ対応し、(P1)と(P2)の距離がワーク(W)の直径Dに対応し、(P1)と(P2)の中間の点(C)がワーク(W)の中心(C)に対応している。図9の〔a〕～〔c〕＊

$$\theta = 0 \quad \cdots \cdots (1)$$

$$\gamma = -\sin^{-1} \{ 2x/d(1 - \cos \alpha) \} \quad \cdots \cdots (2)$$

ここで、 α は次の式で与えられる。

$$\alpha = 2 \sin^{-1} (D/2d) \quad \cdots \cdots (3)$$

そして、数値制御装置(52)で調整装置(6)を作動させることにより、この γ が0になるように、砥石の傾きが調整される。さらに、詳しくは、図7における砥石(13)の中心(O)を通して直線Lと直交する直線Mを中心に、ワーク中心(C)側において研削面(12a)(13a)が接近する方向に、 $-\gamma$ だけ砥石(13)が傾けられる。

【0059】なお、ワーク(W)の上縁における相対厚さと下縁における相対厚さとの平均値を t_a としてもよ ※

$$\theta = 0 \quad \cdots \cdots (3)$$

＊において、仮想加工面(S)から断面形状を表す曲線(t)の各点までの距離がその点におけるワーク(W)の相対的な厚さを表わしている。以下、これを相対厚さということにする。また、ワーク(W)の上縁における相対厚さを t_a 、ワーク(W)の中心(C)における相対厚さを t_c とする。 t_a および t_c の値は、ワーク(W)の実際の厚さに対応していない仮の値であるが、これらの差はワーク(W)の実際の厚さの差に対応している。

【0055】ワーク中心(C)側が広がるように砥石(12)(13)が傾いた場合、その傾きが生じている方向にかかわらず、断面形状の測定結果は図9の〔a〕のようになる。すなわち、相対厚さは、ワーク(W)の中心(C)で最大となり、この点から上縁および下縁に向かって徐々に小さくなる。ワーク中心(C)側が狭まるように砥石(12)(13)が傾いた場合、その傾きが生じている方向により、断面形状の測定結果は図9の〔b〕あるいは〔c〕のようになる。すなわち、直線Lの方向に傾きが生じている場合は、図9の〔b〕に示すように、相対厚さは、ワーク(W)の中心で最小となり、この点から上縁および下縁に向かって徐々に小さくなる。また、直線L以外の方向に傾きが生じている場合は、図9の〔c〕に示すように、相対厚さは、ワーク(W)の中心(C)と上縁および下縁との間で最小となり、この点から両側に向かって徐々に大きくなる。この場合、ワーク(W)の中心(C)と上縁の間における最小相対厚さを t_b とし、中心(C)から最小相対厚さ t_b の点までの距離を z とする。

【0056】図9の〔a〕のような断面形状の測定結果が得られた場合、砥石(12)(13)の傾きが生じている方向すなわち角度 θ は特定できないが、ワーク(W)の中心(C)における最大相対厚さ t_c と上縁(P1)における最小相対厚さ t_a との差 $x (= t_c - t_a)$ が所定値より小さければ、平行度が許容範囲内にあるとして、砥石(12)(13)の傾きの調整を行わず、差 x が上記の所定値より大きければ、一応、直線Lの方向に傾きが生じているとして、次の式(1)および(2)により角度 θ および傾き角 γ (rad)が求められる。

【0057】

40※い。

【0060】図9の〔b〕のような断面形状の測定結果が得られた場合は、直線Lの方向に傾きが生じていると判断し、ワーク(W)の上縁(P1)における最大相対厚さ t_a と中心(C)における最小相対厚さ t_c との差 $x (= t_a - t_c)$ が所定値より小さければ、平行度が許容範囲内にあるとして、砥石(12)(13)の傾きの調整を行わず、差 x が上記の所定値より大きければ、次の式(3)および(4)により角度 θ および傾き角 γ が求められる。

【0061】

$$\gamma = \sin^{-1} \{ 2x/d(1 - \cos \alpha) \} \quad \cdots \cdots (4)$$

α は上記と同じである。

【0062】そして、数値制御装置(52)で調整装置(6)を作動させることにより、この γ が0になるように、砥石の傾きが調整される。さらに、詳しくは、図7における直線Mを中心に、中心(C)側において研削面(12a)(13a)が離れる方向に、 $-\gamma$ だけ砥石(13)が傾けられる。

【0063】なお、この場合も、ワーク(W)の上縁における相対厚さと下縁における相対厚さとの平均値を t_a としてもよい。

【0064】図9の〔c〕のような断面形状の測定結果 *

$$\theta = 2 \sin^{-1} (z/d) \quad \cdots \cdots (5)$$

$$\gamma = \sin^{-1} \{ 2y/d(1 - \cos \alpha) \} \quad \cdots \cdots (6)$$

ここで、 α は次の式で与えられる。

$$\alpha = 2 \sin^{-1} (D/2d) - \theta$$

そして、数値制御装置(52)で調整装置(6)を作動させることにより、この γ が0になるように、砥石の傾きが調整される。さらに、詳しくは、図7における砥石(13)の中心(O)を通して直線OAと直交する直線Nを中心に、点(A)側において研削面(12a)(13a)が離れる方向に、 $-\gamma$ だけ砥石(13)が傾けられる。

【0067】なお、この場合も、ワーク(W)の上縁における相対厚さと下縁における相対厚さとの平均値を t_a としてもよい。また、ワーク(W)の上側における最小相対厚さと下側における最小相対厚さの平均値を t_b としてもよい。

【0068】上記のようにして最初のワーク(W)に対する断面形状の測定および傾きの調整が終了すると、2個目のワーク(W)の加工が行われる。

【0069】最初のワーク(W)の断面形状測定の結果、傾きの調整の必要がなかった場合は、2個目のワーク(W)の加工後に断面形状の測定および傾きの調整は行わず、所定数のワーク(W)の加工を続けて行い、その後、同様に、断面形状の測定と必要に応じた傾きの調整を行う。

【0070】最初のワーク(W)の断面形状測定の結果、傾きを調整した場合は、2個目以降のワーク(W)について、傾きの調整の必要がなくなるまで、断面形状の測定と傾きの調整を行う。なお、2個目以降のワーク(W)の断面形状の測定結果は、ワーク(W)の断面形状が砥石軸(10)(11)の傾きだけで形成されるときは、図9の〔a〕～〔c〕のいずれかになるので、上で説明したような傾きの調整を行う。その他の要因、たとえばワーク(W)の振れなどにより図9の〔a〕～〔c〕以外の形状になる場合も、ワーク(W)の相対厚さの最も厚いところを基に角度 θ と傾き角 γ を求めて、砥石軸(10)(11)の傾きを調整する。そして、傾きの調整の必要がなくなった後に、所定数のワーク(W)の加工を続けて行い、その後、同様に、断面形状の測定と必要に応じた傾きの調整を行う。

*が得られた場合は、直線L以外の方向に傾きが生じていると判断し、ワーク(W)の上縁(P1)における相対厚さ t_a と最小相対厚さ t_b との差 $y (= t_a - t_b)$ およびワーク(W)の中心における相対厚さ t_c と最小相対厚さ t_b との差がともに所定値より小さければ、平行度が許容範囲内にあるとして、砥石(13)の傾きの調整を行わず、上記の差のいずれかが上記の所定値より大きければ、次の式(5)および(6)により角度 θ および傾き角 γ が求められる。

【0065】

【0071】図7において直線Lに対して互いに対称な直線OAおよびOA'のいずれの方向に傾きが生じている場合も、図9の〔c〕に示すような同じ断面形状の測定結果が得られる。図9の〔c〕に示すような断面形状の測定結果が得られた場合、上記のように、直線OAの方向に傾きが生じていると判断して傾きの調整を行っているが、実際は直線OA'の方向に傾きが生じている場合にこのような傾きの調整を行っても、平行度は改善されない。このような場合は、次のワーク(W)の断面形状を測定して角度 θ および傾き角 γ を求めた後、直線OA'の方向に砥石(13)を傾けて、調整を行う。

【0072】上記実施形態では、ワーク(W)の直径の全体にわたって断面形状を測定しているので、測定結果からワーク(W)の中心(C)に対応する部分を簡単に求めることができる。しかし、加工するワークの直径は予めわかっているため、ワークの半径より少し大きい範囲の断面形状を測定するだけでも、ワークの断面形状を測定することができる。

【0073】両面研削装置を構成する研削盤(1)、ワーク自転装置(2)、ワーク移送装置(3)、断面形状測定装置(4)などの各部の構成は、上記実施形態のものに限らず、適宜変更可能である。

【0074】たとえば、上記実施形態では、両方の砥石(12)(13)の傾きが数値制御装置(52)と調整装置(5)(6)によって自動的に調整できるようになっているが、一方だけを自動的に調整できるようにしてもよい。その場合、他方は、手動操作によって調整できるようにしてもよいし、調整ができないようにしてもよい。また、両方を手動操作によって調整できるようにしてもよいし、一方を手動操作によって調整できるようにし、他方を調整できないようにしてもよい。その場合、ワークの断面形状の測定結果をディスプレイあるいはプリンタなどの出力手段によって出力し、その結果に基づいて、作業者が傾きを調整するようにする。

【0075】また、上記実施形態においては、研削砥石の軸心が水平である横型の両面研削装置を示したが、たとえば上記と同様の構成で研削砥石の軸心が鉛直である

縦型のものとすることもできる。

【0076】図10は断面形状測定装置の他の実施形態を示し、図11はその一部を拡大して示している。なお、以下の説明において、図10の右側を前、左側を後とし、後から前を見たときの左右を左右とする。

【0077】図10に示すように、前後方向にのびる台(60)の上に、加工後のワーク(W)をほぼ水平な姿勢に支持して前方に搬送するための前後2組のコンベヤ(61)(62)が設けられている。各コンベヤ(61)(62)は、図示しない電動モータなどにより駆動される左右1対のゴム製丸ベルト(63)を備えている。ベルト(63)は、横断面略U字状のフレーム(64)の左右両側上部に配置され、水平状態のワーク(W)の左右両側の部分を下から支持して前方に送るようになっている。前後のコンベヤ(61)(62)の間隔はワーク(W)の直径よりもかなり小さく、ワーク(W)は後側のコンベヤ(62)から前側のコンベヤ(61)に支障なく乗り移るようになっている。

【0078】前後のコンベヤ(61)(62)の間に、左右にのびる上下1対の洗浄ローラ(65)(66)がワーク(W)を上下両側から挟むように配置され、これらの両端部が台(60)に固定された左右の支持板(67)に回転自在に支持されている。上下の洗浄ローラ(65)(66)は、電動モータ(68)により、歯車(69)(70)などを介して互いに反対方向に同速度で回転させられる。上側の洗浄ローラ(65)の上方において左右方向にのびる散水管(71)の両端部が支持板(67)に固定されている。図示は省略したが、散水管(71)には多数の下向きのノズルが設けられ、散水管(71)は給水装置に接続されている。

【0079】前側のコンベヤ(61)の後部に、左右にのびる上下1対のブロック状のワークガイド(72)(73)がワーク(W)を上下両側から挟むように配置されている。上側のガイド(72)はその左端部において台(60)に固定され、下側のガイド(73)はフレーム(64)の底壁上面に固定されている。上下のガイド(72)(73)の上下間隔はワーク(W)の厚さよりわずかに大きく、これらの対向面には図示しない静圧みぞが形成されている。各ガイド(72)(73)には上記の静圧みぞに連通する空気穴(74)が形成され、これらの穴(74)に空気供給管(75)が接続されている。

【0080】ガイド(72)(73)より少し前方の部分に、上下1対の距離センサ(76)(77)が配置されている。上側のセンサ(76)は上側のガイド(72)に固定され、下側のセンサ(77)はフレーム(64)の底壁上面に固定されている。これらのセンサ(76)(77)は、上記実施形態におけるセンサ(50)(51)と同様のものである。

【0081】ワーク(W)を加工する部分は上記の断面形状測定装置の後側に配置されており、加工の終了したワ

ーク(W)が後側のコンベヤ(62)にのせられる。ワーク(W)が後側のコンベヤ(62)から前側のコンベヤ(63)に乗り移るときに、散水管(70)のノズルから噴射される水と回転している洗浄ローラ(65)(66)とにより、ワーク(W)の上下の加工面が洗浄される。洗浄後のワーク(W)は上下のガイド(72)(73)の間に入り、空気供給管(75)および空気穴(74)を通してガイド(72)(73)の静圧みぞに供給される空気の圧力により非接触状態で案内され、前方に送られる。そして、ワーク(W)が上下のセンサ(76)(77)の間を通過している間に、上記実施形態の場合と同様に、ワーク(W)の直径上の断面形状が測定される。

【0082】他は、上記実施形態の場合と同様である。

【0083】この発明は、半導体ウェーハ以外の薄板円板状ワークに対する両面研削装置や断面形状測定装置にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、この発明の実施形態を示す両面研削装置の一部切欠き正面図である。

【図2】図2は、図1の一部切欠き平面図である。

【図3】図3は、図1の装置におけるワーク自転装置の部分を拡大して示す一部切欠き正面図である。

【図4】図4は、図3のIV-IV線の断面図である。

【図5】図5は、図3のワーク自転装置の主要部を示す概略構成図である。

【図6】図6は、図1の装置における砥石傾き調整装置の電氣的構成の1例を示すブロック図である。

【図7】図7は、研削砥石とワークの位置関係を示す説明図である。

【図8】図8は、研削砥石の傾きを示す説明図である。

【図9】図9は、ワークの断面形状の測定結果の1例を示す説明図である。

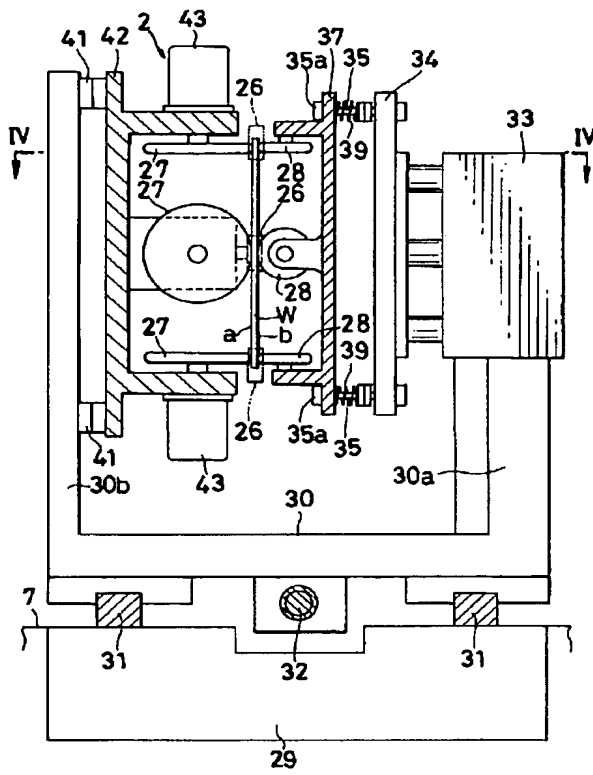
【図10】図10は、断面形状測定装置の他の実施形態を示す斜視図である。

【図11】図11は、図10の一部を拡大して示す縦断面図である。

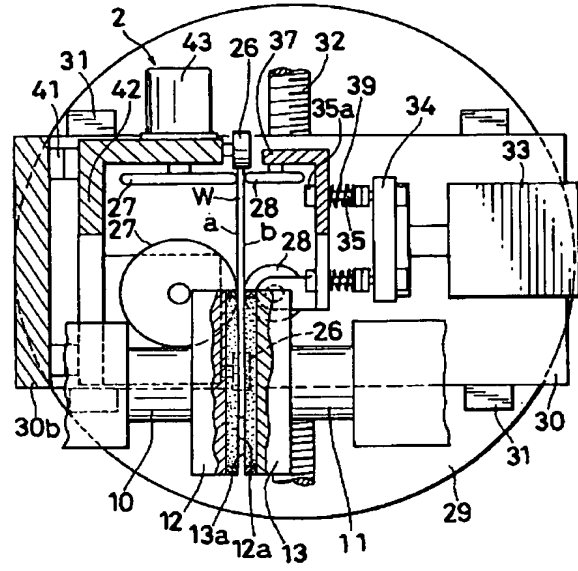
【符号の説明】

(1)	横軸両頭平面研削盤
(2)	ワーク自転装置
(3)	ワーク移送装置
(4)	断面形状測定装置
(5)(6)	砥石傾き調整装置
(12)(13)	研削砥石
(12a)(13a)	研削面
(50)(51)	距離センサ
(76)(77)	距離センサ

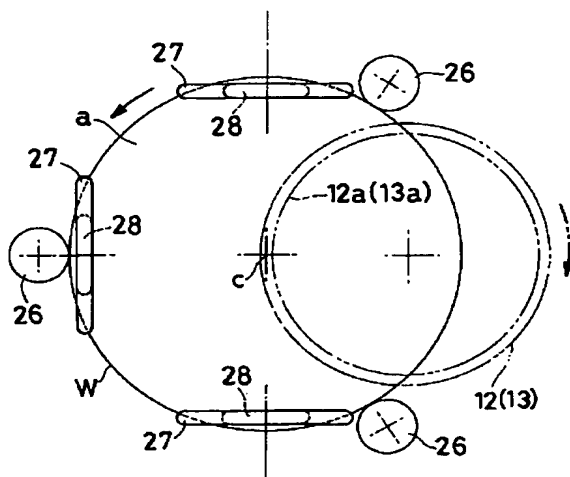
【図3】



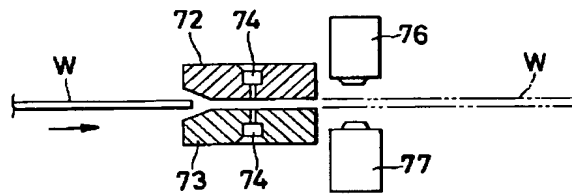
【図4】



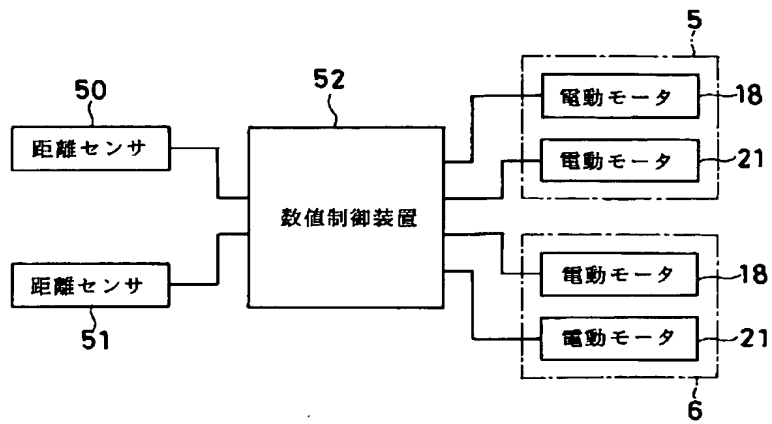
【図5】



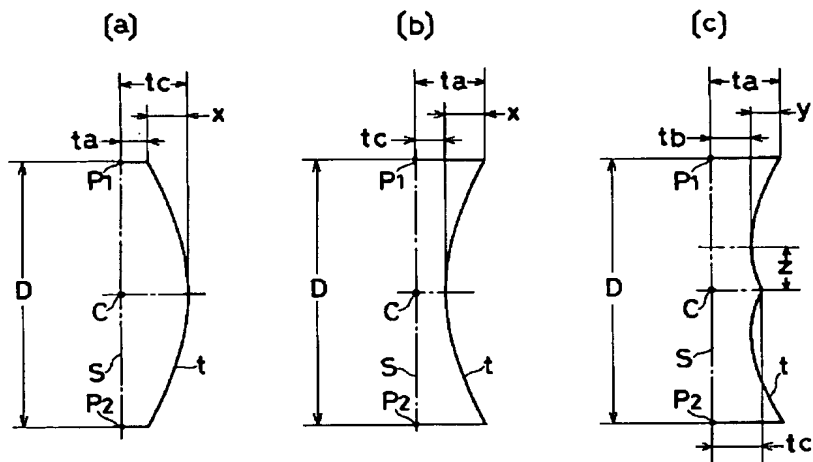
【図11】



【図6】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☒ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.